

804P0068US00

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月14日
Date of Application:

出願番号 特願2003-006282
Application Number:

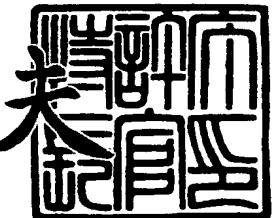
[ST. 10/C] : [JP2003-006282]

出願人 ソニー株式会社
Applicant(s):

2003年11月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3097523

【書類名】 特許願

【整理番号】 0290664302

【提出日】 平成15年 1月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 20/18

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社

内

【氏名】 福田 伸一

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100086841

【弁理士】

【氏名又は名称】 脇 篤夫

【代理人】

【識別番号】 100114122

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 伸夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014650

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710074

【包括委任状番号】 0007553

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 記録装置、記録方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 テープ状記録媒体にデータを傾斜トラックとして記録できる
ヘリカルスキャン方式の記録装置において、

N (Nは複数) 個の記録ヘッドが円周上に設けられている回転ドラムと、
所定方向の第1データ列に第1のパリティを付加して第1系列符号を生成する
第1系列符号生成手段と、

前記第1データ列とは直交する方向の第2データ列に第2パリティを付加して
第2系列符号を生成する第2系列符号生成手段と、

前記N個の記録ヘッドのうち、何れか1つの記録ヘッドにより、前記第1系列
符号が前記磁気テープに記録されるように制御を行うと共に、前記第2系列符号
が前記N個の記録ヘッドにより分散して記録されるように制御を行う記録制御手
段とを備え、

前記第2系列符号生成手段は、前記第2パリティの前記第2系列符号に対する
割合が $1/N$ 以上となるように、前記第2系列符号の生成を行うことを特徴とする
記録装置。

【請求項 2】 前記記録ヘッドの個数Nは4以上であることを特徴とする請
求項1に記載の記録装置。

【請求項 3】 前記第1系列符号は、前記N個の記録ヘッドの内、何れかの
1つの記録ヘッドによって形成される複数のトラックにまたがって記録されるこ
とを特徴とする請求項1に記載の記録装置。

【請求項 4】 回転ドラムの円周上に配されているN (Nは複数) 個の記録
ヘッドによりテープ状記録媒体にデータを傾斜トラックとして記録するヘリカル
スキャン方式の記録装置における記録方法であって、

所定方向の第1データ列に第1パリティを付加して第1系列符号を生成する第
1系列符号生成処理と、

前記第1系列符号の第1データ列とは直交する方向の第2データ列に付加する
第2パリティの割合が、生成する第2系列符号の $1/N$ 以上となるように、前記

第2系列符号を生成する第2系列符号生成処理と、

前記第1系列符号は、回転ドラムの円周上に配されているN個の記録ヘッドのうち、何れか1つの記録ヘッドにより記録されるように制御を行うと共に、前記第2系列符号が前記N個の記録ヘッドにより分散して記録されるように制御を行う記録制御処理と、

を実行することを特徴とする記録方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばテープ状記録媒体にデータを傾斜トラックとして記録することができるヘリカルスキャン方式の記録装置と、その記録方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来から例えばコンピュータデータシステムなどにおいて、ハードディスク装置内のデータをバックアップするためにヘリカルスキャン方式の磁気記録システムが広く利用されている。

【0003】

そして、磁気記録システムでは、記録再生時の誤りの発生に対処するために、データの誤りを訂正することができる誤り訂正符号（ECC（Error Correcting Code））を附加して記録するという方法が採用され、例えば、記録再生系の一部に障害が発生した場合でも、データを正しく記録することができるようとしたものがある（特許文献1）。

また、例えば、複数のヘリカルスキャンヘッドのうち、1つのヘリカルスキャンヘッドが故障した場合でも、記録または再生を行えるようにした誤り訂正装置などもある（特許文献2）。

【0004】

ここで、ヘリカルスキャン方式の磁気記録システムについて簡単に説明しておく。ヘリカルスキャン方式では、例えば図7に示すように、磁気テープ100を

回転ヘッドドラム101に斜めに巻き付けるようとする。そして、その状態で、回転ヘッドドラム101が矢示方向に回転するように、磁気テープ100のテープ送りを行うことで、テープ進行方向に対して斜め方向にヘッド走査を行う。

これにより、磁気テープ100上に、図8に示すようにしてテープ進行方向に対して斜め方向にデータを記録したトラックを形成したり、或いは磁気テープ100上に形成されているトラックからデータの読み出しを行うようにしている。

【0005】

また、上記したようなヘリカルスキャン方式では、いわゆるアジマス記録方式が採用されている。アジマス記録方式は、ギャップをそれぞれ異なるアジマス角A, Bに傾けた1組のヘッドを用いて、図8に示すように、磁気テープ100上にアジマス角Aの記録パターンのトラックTkAと、アジマス角Bの記録パターンのトラックTkBを交互に形成する。

【0006】

そして、上記のようなアジマス記録方式により記録されたトラックからデータを再生する場合には、例えば図9に示すように、トラックTkAについては、そのトラックに対応した再生ヘッド102Aを用いて再生を行い、アジマス角Bによる記録が行われたトラックTkBについては、再生ヘッド102Bを用いて再生を行うようにしている。このようにすると、アジマス効果により、隣接トラックの信号がノイズとして影響することを抑えることができるので、より高密度な記録を行うことが可能となる。

【0007】

また、ヘリカルスキャン方式におけるデータ再生方式の1つとしては、上記のように形成されるトラックを再生ヘッドによる1度のスキャンで読み取るトラッキングサーボ方式が広く知られている。

トラッキングサーボ方式は、例えば図10に示すように、再生ヘッド102を常にトラックTkの真上に位置させるように制御することにより、1つ再生ヘッド102による1スキャンでトラックTkに記録される全てのデータを読み取るようになっている。

【0008】

このため、トラッキングサーボ方式では、例えば各トラック T_k におけるブロック単位でのスキャン時間の値と、予め定められた基準値とを比較して誤差情報を得るようにしている。そして、その誤差情報に基づいて再生ヘッド 102 のスキャン位置を制御することで、所謂ジャストトラッキングの状態を維持するようにしたものがある（特許文献 3）。

【0009】

また、ヘリカルスキャン方式におけるその他の再生方式としては、ノントラッキング（NT）方式も知られている。

NT 方式では、例えば、記録時の 2 倍のトラック密度でスキャンを行い、1 トラックあたり平均 2 回得られる再生信号のうち良好なものを採用することにより、データ再生を行うものである。

【0010】

図 11 は、NT 方式における記録トラックと再生ヘッドの関係を概念的に示した図である。なお、図 11 では A アジマストラックの再生だけに着目することとし、B アジマストラックについての説明は省略する。

ここで、再生方式がトラックサーボ方式であるならば、各トラック $T_k A - 1$ ， $T_k A - 2$ は、それぞれ再生ヘッド 103，105 によりスキャンが行われることになる。

これに対して、再生方式が NT 方式である場合は、記録時の 2 倍のトラック密度でスキャンが行われるので、再生ヘッド 103 と再生ヘッド 105 の間に再生ヘッド 104 によるスキャンが行われることになる。

【0011】

この図 11 に示す例では、トラック $T_k A - 1$ は、再生ヘッド 103 と 104 によりスキャンが行われており、トラック $T_k A - 1$ については再生ヘッド 103，104 からの再生信号が有効なものとされる。

この場合、再生ヘッド 103 と 104 を比較すると、再生ヘッド 103 のほうがトラック $T_k A - 1$ のより広い幅にかかっているうえ、隣接トラック $T_k A - 2$ に近づくおそれがない。

したがって、再生ヘッド 103 のほうがよりよい状態の再生信号が得られるこ

とになる。そして、このようにして得られた再生信号から正確に読み取られた部分のみを再構成してストリームデータを得るものである。

このようなNT方式では、正確なトラッキングサーボが不要となり、またトラックに対するスキャン角度もラフで構わなくなるため、メカ精度が不要になる等のメリットがある。

【0012】

【特許文献1】 特開2001-273096号公報

【特許文献2】 特開平10-21657号公報

【特許文献3】 特開平9-245394号公報

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記したようなヘリカルスキャン方式の磁気記録システムにおいて、記録時のデータの転送レートを速くするには、記録周波数を高くするか、或いは記録チャネルである記録ヘッドと再生ヘッドの数を増やしてデータを並列処理することが考えられる。

【0014】

記録周波数の高周波数化は、デバイスの高周波性能向上により実現できるが、例えばデバイスの性能向上が磁気記録システムが要求する要求速度に追いつかない場合は、記録チャネル数を増して並列処理することが有効な解決となる。

【0015】

また、上記したNT再生方式において、再生時に記録時の2倍のスキャンを実現するためには、1つの記録ヘッドに対して2つの再生ヘッドを設けるか、または再生時の回転ヘッドドラム101の回転数を記録時の2倍にして、1つの再生ヘッドで同一トラックを2度スキャンすることが考えられる。或いは、記録ヘッドと再生ヘッドの数、及び記録時と再生時の回転ヘッドドラム101の回転数を同じにし、記録時は回転ヘッドドラム101が2回転するうちの1回しか記録を行わないようにすることなども考えられる。

そして、上記NT方式では、通常、これらのうち、記録時・再生時の転送レートをできるだけ上げるために、記録ヘッドと再生ヘッドの数を増やす方向で対応

している。

【0016】

再生ヘッドを増やして対応する場合、例えば1トラックにつき記録ヘッドが1つ設けられ、それぞれアジマス角が異なるトラックTkA, TkBが形成されている場合は、各トラックに再生ヘッドが2つずつ必要になる。このため、トラックTkA, TkBからデータを再生するのに必要な再生ヘッドの合計は4つとなる。つまり、例えばトラックTkAからデータを再生するには、図12に示すように、2つの再生ヘッドA11, A12が必要になる。

【0017】

また、さらなる記録時・再生時の転送レートの向上を図るために、例えば、同一アジマスのトラックを2つの記録ヘッドを用いて交互に記録することが考えられる。つまり、トラックTkA, TkBを、それぞれ2つの記録ヘッドを用いて形成することが考えられる。

そしてこの場合、各トラックTkA, TkBごとに再生ヘッドが4つずつ必要になるため、トラックTkA, TkBからデータを再生するのに必要な再生ヘッドの合計は8つとなる。この場合も、一方の記録ヘッドにより形成されたトラックTkAからデータを再生するのに、図12に示すように、2つの再生ヘッドA11, A12が必要になる。

【0018】

再生ヘッドA11, A12は、回転ヘッドドラム101の回転及びテープ送りに伴ってトラックに対して、再生ヘッドのスキャン間隔が、図12に示すような標準ピッチP0となるように、回転ヘッドドラム101上の所要の位置に取り付けられる。この場合、再生ヘッドA11, A12の標準ピットP0は、ちょうどトラックピッチと等しくなるように取り付けられている。

また、再生ヘッドと記録トラックの位相、すなわち記録トラックと再生ヘッドの位置関係が、図12に示されている関係になったときに最悪状態となり、再生信号の品質が最も悪くなる。

【0019】

換言すれば、再生ヘッドA11, A12と記録トラックTkAとが、図12に

示したような位相関係から、再生ヘッドA11, A12が左右いずれかにずれるといずれか一方の再生ヘッドA11, A12が記録トラックTkAのセンターに近づくので、センターに近づいた再生ヘッドからより良い再生信号が得られ、再生信号の品質が向上することになる。

【0020】

ところが、このような再生ヘッドA11, A12の取り付け位置は、例えばメカ的な問題から誤差が生じる場合がある。そして、これに伴っては、それぞれの再生ヘッドA11, A12がトラックの直交方向にずれてしまうことがある。

このような状況において、例えば、図13に示すように2つの再生ヘッドA11, A12がトラックTkAの中心から互いが離れるようにズレて取り付けられたとすると、すなわち再生ヘッドA11, A12のスキャン間隔が標準ピッチP0よりピッチP1になると、上記2つの再生ヘッドA11, A12による再生出力レベルが著しく低下してしまう。

【0021】

また、上記のようなヘッド取り付け誤差は、記録ヘッド側でも当然生じうるため、例えば、図14、図15に示すように、磁気テープ100上に形成される記録トラック幅の細い・太いが生じることとなる。

このような記録トラックの太り、細りのパターンとしては、例えば1アジマスにつき1つの記録ヘッドで記録が行われている場合は、図14に示すように同じアジマスのトラックTkAは、同一のトラック幅により記録が行われることとなる。つまり、この場合は同一アジマスのトラックは同一ヘッドで記録が行われるため、同パターンが生じるようになるものである。

【0022】

これに対し、1アジマスにつき2つの記録ヘッドにより記録が行われている場合、つまり、アジマス角AのトラックTkAと、アジマスBのトラックTkBを記録のために、合計4つの記録ヘッドが取り付けられている場合、即ち、同一アジマスであっても異なる記録ヘッドにより交互に記録が行われている場合は、例えば図15に示すように異なるトラック幅のトラックTkA1, TkA2が交互に現れるようになる。

【0023】

ここで、回転ヘッドドラム101に対して再生ヘッドを取り付ける際の取り付け誤差により生じる不具合を図16、図17を参考して考察してみる。

先ず、図16は、1アジマス1ヘッド記録ヘッドの場合における、NT方式再生時のスキャン動作を模式的に示した図である。なお、ここでは説明をわかりやすくするため、アジマス角AのトラックTkAを再生する場合についてのみ示している。

【0024】

先ず、図16に示すように、トラックTkAのトラック幅が通常より狭いトラック幅で形成されていたとすると、トラックTkAからデータを読み出して再生するための2つの再生ヘッドA11、A12のピッチが標準ピッチP0であれば、図16（a）に示すように、トラックTkAがスキャン範囲に収まるようになるので十分な再生信号を得ることができる。

【0025】

しかしながら、例えば再生ヘッドA11、A12に取り付け誤差が生じ、図16（b）に示すようにして、これらの再生ヘッドA11、A12のピッチが広くなると、トラックTkAが再生ヘッドA11、A12の何れのスキャン範囲にも収まらなくなる場合が生じてしまうことになる。つまり、この場合は十分な再生出力を得ることが困難となり、再生データの品質を著しく劣化させてしまうものとなる。

【0026】

また、図17には、1アジマスにつき記録ヘッドが2つ設けられる場合のNT再生時のスキャン動作を示す。

この場合、例えばアジマス角AのトラックTkAを形成するための2つの記録ヘッドに取り付け誤差が生じると、図示するようにトラックTkAに太い／細いのパターンが交互に生じる場合が考えられる。例えば、この場合、図示するよう一方の記録ヘッドにより記録されたトラックTkA1のトラック幅が細くなり、もう一方の記録ヘッドにより記録されたトラックTkA2のトラック幅が太くなつたとする。

【0027】

このような状態においては、例えば2つの再生ヘッドA11，A12のピッチが標準ピッチP0であれば、図17（a）に示すように、トラックTkA1がスキヤン範囲に収まるので、十分な再生信号を得ることができるが、再生ヘッドA11，A12が同アジマスでトラック幅の太い隣接のトラックTkA2に近接するのでこのトラックTkA2のノイズの影響を受けるおそれがある。

【0028】

また、例えば2つの再生ヘッドA11，A12に取り付け誤差が生じて、再生ヘッドA11，A12のピッチが標準ピッチP0より広いピッチP1になると、図17（b）に示すように、記録トラックTkA1が再生ヘッドA11，A12の何れのスキヤン範囲にも収まらなくなる場合が生じてしまうことになる。

【0029】

さらにこの場合は、再生ヘッドA11，A12が、図中に破線で囲ったようになれば、これらの再生ヘッドA11，A12は同アジマスであるトラックTkA2に掛かってしまい、このトラックTkA2のノイズの影響を受けてしまうことになる。すなわち、この場合、2つの再生ヘッドA11，A12は、自トラックTkA1の記録信号を充分に読み出すことができないうえに、隣接の同アジマスのトラックTkA2の記録信号がノイズとなって1トラック分のデータがほぼ全滅してしまう最悪の状態が生じうことになる。

【0030】

但し、この場合はヘッドの高さに誤差がなければ、常に全てのトラックが同時に読めないということはない。

このため、回転ヘッドドラム101の1回転あたりに記録されるトラックに、トラック幅の細いトラックが存在すれば、他のトラックのトラック幅は標準幅よりも太く、より大きな信号が情報で記録が行われているし、再生ヘッド間隔が広いところがあれば、狭くて2度スキヤンが2度とも良い状態でスキヤンされるトラックもある。つまり、最悪ケースが発生する場合はそれ以外のチャネルでは比較的の信頼性の高いデータが得られるという利点がある。

【0031】

先に述べたように、従来のデジタルテープストリーマにおいては、再生時にデータの誤りを訂正するための誤り訂正符号を記録データとして磁気テープに記録していくようにされる。なお、誤り訂正符号は、実際に記録すべきデータ（情報）とパリティ（誤り訂正ビット）とからなる符号の集合体である。

【0032】

誤り訂正符号は、磁気テープ上の1本のトラック T_k にのみ記録される場合と、複数のトラック T_k 間にまたがって記録される場合がある。

1本のトラック T_k に記録される場合は、そのトラック T_k だけで誤り検出、及び誤り訂正を行うことができるため、他のトラック T_k の誤り率が高くてもその影響は受けないという利点がある。しかし、自身のトラックの誤り率が高く訂正不能になった場合には、他のトラックの情報を使って訂正するということができないという欠点がある。

【0033】

逆に、誤り訂正符号が複数のトラック T_k にまたがって記録されている場合は、自身のトラックの誤り率が高く訂正不能なときでも他のトラックの情報を使って訂正することが可能になる。しかし、他のトラック T_k の誤り率が高い場合には、他のトラックの影響を受けてしまうという欠点がある。

【0034】

また、例えば音声や映像などの場合、再生データがある程度消失しても、残ったデータから補間によって失ったデータを擬似的に再現することができるため、実用上問題なく使用できる誤り訂正符号の系がある。そのような系では、1トラックのデータだけがゴミなどの影響で全滅したとき、他のトラックのデータからの補間で実用的に対応できるならそれで十分であるから、通常はトラック内の誤り訂正符号が重用されることになるが、複数のトラックにまたがって符号を記録した場合には1トラックの全滅がその周辺の数トラックのデータ損失につながるおそれがある。このため、複数のトラックにまたがって誤り訂正符号を記録する、いわゆるトラック間符号は適さないものとされる。

【0035】

また、例えば1ビットでも訂正不能があると困るデータの場合は、1トラック

落ちでも訂正できることが必要なのでトラック間にまたがって符号を記録するのが適している。しかしながら、現状のヘリカルスキャン方式の磁気記録装置における誤り訂正符号は、音声・映像フォーマットから発展した歴史もあり、強力なトラック間符号は採用されておらず、せいぜい20数トラックに1トラックの訂正が可能という程度であったが、実際には、1トラックのデータが全滅するという欠陥は滅多に発生するものではなかったからそれで問題はなかった。

【0036】

しかしながら、上記したように記録ヘッドを4つに増やして記録を行う場合には、最悪ケースでは4トラック（チャネル）に1トラックの割合でデータが全滅に近い状態で再生することが考えられる。

【0037】

そこで、本発明は上記したような点を鑑みてなされたものであり、Nチャネルに1チャネルの割合でエラーレートが高いチャンネル、すなわちデータが全滅に近いチャネルが生じた場合でも誤り訂正が可能な記録装置と、その記録方法を提供することを目的とする。

【0038】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明のテープ状記録媒体にデータを傾斜トラックとして記録することができるヘリカルスキャン方式の記録装置は、N（Nは複数）個の記録ヘッドが円周上に設けられている回転ドラムと、所定方向の第1データ列に第1パリティを付加して第1系列符号を生成する第1系列符号生成手段と、第1系列符号の第1データ列とは直交する方向の第2データ列に第2パリティを付加して第2系列符号を生成する第2系列符号生成手段と、N個の記録ヘッドのうち、何れか1つの記録ヘッドにより、第1系列符号が磁気テープに記録されるように制御を行うと共に、第2系列符号がN個の記録ヘッドにより分散して記録されるように制御を行う記録制御手段とを備える。そして、第2系列符号生成手段は、第2パリティの第2系列符号に対する割合が1/N以上となるように、第2系列符号の生成を行うようにした。

【0039】

また、本発明の、回転ドラムの円周上に配されているN（Nは複数）個の記録ヘッドによりテープ状記録媒体にデータを傾斜トラックとして記録するヘリカルスキャン方式の記録装置における記録方法は、所定方向の第1データ列に第1パリティを付加して第1系列符号を生成する第1系列符号生成処理と、第1系列符号の第1データ列とは直交する方向の第2データ列に付加する第2パリティの割合が、生成する第2系列符号の $1/N$ 以上となるようにして第2系列符号を生成する第2系列符号生成処理と、第1系列符号は、回転ドラムの円周上に配されているN個の記録ヘッドのうち、何れか1つの記録ヘッドにより記録されるように制御を行うと共に、第2系列符号がN個の記録ヘッドにより分散して記録されるように制御を行う記録制御処理とを実行するようにした。

【0040】

本発明によれば、回転ドラムに設けられているN個の記録ヘッドを用いて、テープ状記録媒体にデータの記録を行う際には、誤り訂正符号として直交する2つの系列符号を作成すると共に、これらの系列符号の内、N個の記録ヘッドにより形成されるN本のトラックにまたがって記録する第2系列符号の冗長度を $1/N$ 以上とすることで、Nトラックに1トラックの割合で、1トラック分のデータが全滅するような不具合が生じた場合でも、ほぼ全ての誤りを訂正することが可能になる。

【0041】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の磁気記録装置の実施の形態について説明する。

なお、本実施の形態では記録装置として、例えばコンピュータデータ等のバックアップを行うデジタルテープストリーマドライブを例に挙げて説明する。

【0042】

図1は、本実施の形態としてのテープストリーマドライブの記録／再生系の構成を示したブロック図である。

この図1に示すテープストリーマドライブ1は、ホストコンピュータ2のデータをバックアップするために、ホストコンピュータ2との間でコマンド、ステータス、記録再生に係る実データなどの入出が行われている。

【0043】

メモリコントローラ4は、記録時、インターフェース3より記録に供する実データを入力してバッファメモリ5に一時保持し、後段の符号生成回路6に出力するようにされる。

また、メモリコントローラ4は、誤り訂正回路9からの再生データをバッファメモリ5に一時保持し、所定のデータ単位でインターフェース3を介してホストコンピュータ2に出力するようにされる。

【0044】

符号生成回路6は、メモリコントローラ4から入力される所定ブロック単位のデータに基づいて、後述するような二次元直交符号を生成するようにされる。即ち、図4に示すように、所定方向のデータ列であるC1データからインナーパリティ(C1パリティ)を生成し、生成したC1パリティをC1データに付加することでC1系列符号を生成する。

【0045】

さらに、符号生成回路6は、C1データとは直交する方向のデータ列であるC2データからアウターパリティ(C2パリティ)を生成し、生成したC2パリティをC2データに付加することでC2系列符号を生成するようにされる。

そして、本実施の形態では、この符号生成回路6において生成するC2パリティのC2系列符号に対する割合が、 $1/N$ (Nは記録ヘッドの数)以上となるようにしている。なお、符号生成回路6において生成されるC2パリティC2については後述する。そして、このような符号生成回路6において生成されたC1及びC2系列符号は記録制御回路7に出力するようにされる。

【0046】

なお、本実施の形態においては、符号生成回路6において、C1系列符号とC2系列符号を生成するものとして説明したが、これはあくまでも一例であり、C1系列符号を生成するC1符号生成回路と、C2系列符号を生成するC2符号生成回路とを、それぞれ別々に構成しても良いことは言うまでもない。

【0047】

記録制御回路7は、符号生成回路6から入力されるC1及びC2系列符号のう

ち、1単位のC1系列符号については、4個の記録ヘッド11A～11Dのうち、何れか1つの記録ヘッドにより磁気テープに記録が行われ、1単位の第2系列符号については4個の記録ヘッド11A～11Dにより分散して記録が行われるように、データの出力順序の制御を行うようにされる。そして、この出力順序を調整したシリアルデータ列により記録ヘッド11A～11Dを駆動するようにされる。

【0048】

ここで、記録ヘッド11A～11Dは、所定のテープ速度で走行する磁気テープを巻き付けて、所定の回転速度で回転する回転ヘッドドラムに再生ヘッド21A～21Hと共に搭載される。

これにより、本実施の形態のテープストリーマードライブ1においては、磁気テープに順次斜めトラックを形成し、この斜めトラックにデータを記録するようされる。

【0049】

再生ヘッド21A～21Hは、記録ヘッドの走査軌跡を走査するように構成される。これにより、記録時においては、記録ヘッド11A～11Dによる記録直後の記録トラックについて、再生時においては、所望の記録トラックについて再生信号を出力する。

【0050】

再生制御回路8は、例えば、再生ヘッド21A～21Hの再生信号を増幅、波形等化して2値識別する。さらに、2値識別結果をワード同期によりパラレルデータ列に変換して、誤り訂正回路9に対して出力するようされる。

誤り訂正回路9は、再生制御回路8からのデータについて、符号生成回路6で付加されたC1, C2パリティにより誤り検出処理を行って、メモリコントローラ4に出力するようされる。なお、誤り訂正回路9は、C1系列符号の誤り訂正を行う誤り訂正回路とC2系列符号の誤り訂正を行う誤り訂正回路をそれぞれ別々に構成しても良い。

【0051】

なお、当該テープストリーマードライブ1の記録再生系の動作は、図示しないシ

システムコントローラにより制御が行われている。

【0052】

図2は、本実施の形態のテープストリーマードライブ1に設けられている回転ヘッドドラムに対する記録ヘッド及び再生ヘッドの取り付け位置の一例を示した図である。なお、この図2には回転ヘッドドラム20を断面図により示している。なお、この図2に示す回転ヘッドドラム20の構成はあくまでも一例である。

【0053】

この図2に示すように回転ヘッドドラム20に対する記録ヘッド11A～11D及び再生ヘッド21A～21Hの配置位置としては、例えば図2に示すものが挙げられる。なお、この図2では回転ヘッドドラム20を横断面図により示している。

図2(a)に示す例は、それぞれのヘッドが、図のように記録ヘッド11A→再生ヘッド21A→再生ヘッド21B→記録ヘッド11B・・・の順で、回転ヘッドドラム20の外周円上(円筒面上)に30°の間隔をあけて配置されるものである。

この場合、図示するように、記録ヘッド11A、11Cの組と、記録ヘッド11B、11Dの組は、それぞれが回転ヘッドドラム20の円筒面上における180°離れた位置に配置される。そして、4つの再生ヘッド21A、21C、21E、21Gは、それぞれ90°ずつ離れた位置に配置され、同様に4つの再生ヘッド21B、21D、21F、21Hも90°ずつ離れた位置に配置されることになる。

【0054】

ここで、誤り訂正符号について、図3、図4を参照しながら説明しておく。

誤り訂正符号(ECC:エラー・コレクション・コード)とは、あるビット数のデータに、そのデータから発生させたパリティを付加した符号であり、再生時は、そのパリティを利用して誤りの位置を検出したり、或いは訂正したりする機能を持っている。なお、ここでは、データとパリティで構成される最小単位の誤り訂正符号のことを、単に「符号」と言う。また、これらの符号が集まったものを「符号系列」と表記する。

【0055】

代表的な誤り訂正符号であるリード・ソロモンコードは、ビット単位で考えず、シンボル単位で考えるものとされる。このような符号を構成するシンボルは例えば8ビットで構成される。

例えば、図3に示す符号は、30シンボルのデータと、6シンボルのパリティとからなる36シンボルの符号により構成される。

ここで、1シンボルを8ビットとすると、図3に示す36シンボルの符号は256の36乗である 4.97×10^{86} になる。

但し、このような36シンボルの符号のうち、6シンボルのパリティは30シンボルのデータから一意に決まるので、実際には256の30乗通りしか取り得ないものとされる。

【0056】

また、リード・ソロモン符号は、一般に、パリティのシンボル数だけエラーシンボルを検出することができる。また、その半分までのエラーは符号内で訂正が可能とされる。例えば、図3に示すような符号であれば、正しい符号の中の6語が誤っても正しい符号にならず、7語の誤りがあって初めて他の正しい符号になる。

従って、図3に示すリードソロモン符号における符号間の距離は「7」と表される。換言すれば、図3に示すような構成のリードソロモン符号では、6語までの誤りは検出できる。そして、6語までの誤り場所の特定が可能で、さらにその半分の3語までの誤り訂正とされるものである。

【0057】

図3に示すような符号は、全体のシンボル数、データのシンボル数、符号間の最小距離によって(36, 30, 7)と表示される。

但し、実際には符号内であまりたくさんのエラー訂正是行われていない。これはエラーが多いと、例えばある符号がaシンボル誤ったか、別の符号がbシンボル誤ったかの判別ができないからである。

ここで、 $a + b$ はパリティシンボル数+1になる。即ち、例えば図3に示す符号であれば、符号が3語誤ったか、或いは別の符号が4語誤ったかの判別はでき

ないので、誤訂正の可能性があるため、多くの誤りを符号内において訂正することは好ましくないものとされる。

【0058】

このため、通常、誤り訂正符号は、二次元、或いは三次元とされることが多い。

図4は、上記図3に示したような誤り訂正符号を二次元直交符号として示した図である。

この図4に示す二次元直交符号は、1つのシンボルがある符号の一部であると同時に別の系列符号の一部でもあるものとされる。即ち、ある1つのシンボルは、図4では縦方向の系列として示されているC1系列の符号の一部であると同時に、C2系列（図4に示す横方向）の符号の一部を構成するようにしている。

【0059】

このようにすれば、一つの符号に誤りが集中した場合でも、別の系列ではそれら誤りを複数の符号に分散させることができる。例えば図4に示す、或るC1系列の符号で誤りが多く、C1符号系列のC1パリティ（インナーパリティ）で誤り訂正を行うことができなくとも、その誤りシンボルをC2系列の符号で訂正することが可能になる。

このため、実際には、図4に示すような二次元、或いは三次元といった複数の誤り訂正系列を使って消失訂正が行われることが多い。

【0060】

リード・ソロモンコードでは、誤りの場所がわかっている場合、パリティのシンボル数まで訂正することが可能であるという特性を持っている。

このため、1つの符号系列（例えばC1系列）で符号内の誤りシンボル数がある程度以上のときには、訂正せずにその符号全てのシンボルを疑わしいと見なし、その情報を他の系列（例えばC2系列）に引き渡す。こうすることでC2系列では、疑わしい場所がわかっているので、その数がC2パリティのシンボル数以下なら訂正することが可能になる。これがいわゆる消失訂正の原理である。

【0061】

以下、これまでの説明を踏まえて、本実施の形態としてのデジタルテープスト

リーマにおける誤り訂正符号の作成方法について説明する。

なお、現時点において実用化されているヘリカルスキャン方式の磁気記録装置における符号の冗長度は約30%程度とされる。そこで、本実施の形態のデジタルテープストリーマにおける符号の冗長度も、これまでと同等またはそれ以下の冗長度とする。なお、冗長度とは、符号長に対するパリティの割合をいうものである。

【0062】

さて、これまでのヘリカルスキャン方式の磁気記録装置では、上述したように、例えば音声や映像などの場合、再生データがある程度消失しても、残ったデータから補間によって消失データを擬似的に再現して実用上問題なく使用できる誤り訂正処理の系がある。しかし、そのような系では、1トラックのデータだけがゴミなどの影響で全滅したとき、他のトラックのデータからの補間で実用的に対応できるなら、それで十分であるから、通常はトラック内の誤り訂正符号が重用され、トラック間符号は適さないものであった。

【0063】

このため、従来のヘリカルスキャン方式の磁気記録装置では、二次元直交符号を採用し、例えば一方の符号系列をトラック内符号とし、他方の符号系列をトラック内符号として構成した場合には、トラック間符号におけるパリティ数に比べて、トラック内符号におけるパリティ数を多くするようにしていた。

例えば、トラック内符号では冗長度が25%程度、トラック間符号では冗長度が5%程度となるように、それぞれパリティを付加して、誤り訂正符号全体の冗長度が約30%程度となるようにしていた。

【0064】

しかし、本実施の形態のテープストリーマドライブ1のように、回転ヘッドドラム20に対して4つの記録ヘッド11A～11Dを設けるようにすると、4つの記録ヘッド11A～11Dの取り付け誤差によって幅の細い、いわゆる最悪トラックが生じることがある。そして、その場合には、上記したような従来の誤り訂正符号では、誤り訂正を行うことができないという問題が発生する。

【0065】

そこで、本実施の形態では、二次元、或いは三次元といった複数の誤り訂正符号系列のうち、トラック間にまたがったアウター符号系列（C2系列）のパリティの割合を、符号長（シンボル数）の $1/N$ （但し、Nは記録ヘッド（記録チャネルの数））以上にするようにした点に特徴がある。

【0066】

即ち、本実施の形態では、4つの記録ヘッドを有する記録装置であれば、トラック間にまたがった符号系列（C2系列）のパリティの割合を、符号長（シンボル数）の $1/4$ 以上、即ち、冗長度を25%以上となるようにしている。

これにより、例えば4つの記録ヘッドで記録した4トラックのうち、1つのトラックが壊滅するような最悪トラックが発生したとしても、上述したような消失訂正によりトラックを再現するようにしたものである。

【0067】

また、この場合は、符号全体の冗長度を約30%以下にするには、トラック内符号のパリティに5%程度以下の冗長度しか持たせることができなくなるが、本実施の形態のテープストリーマドライブ1においては、トラック内符号の冗長度が5%程度以下の場合でも、トラック内符号の誤りをほぼ確実に訂正することが可能とされる。

【0068】

これは、先にも述べたように、4つの記録ヘッドを用いて4チャネル記録を行ったときに、最悪トラックが発生した場合は、最悪トラック以外のトラックは、そのトラック幅が標準より広くなるため、それらのトラックから再生される再生データの品質は標準より良好なものとされる。

即ち、回転ヘッドドラム20の1回転あたりに記録されるトラックに幅の細いトラックが存在すれば、他のトラックの幅は標準幅より太く、より大きな信号が情報で記録が行われている。また、再生ヘッド間隔が広いところがあれば、狭くて2度スキャンが2度とも良い状態でスキャンされるトラックもある。従って、最悪トラックが発生する場合は、それ以外のトラックでは通常より信頼性の高いデータが得られるからである。

【0069】

なお、実際にはC2符号の冗長度を若干増やし、その分C1符号の冗長度を減らす、あるいは全体の冗長度を上げるなどすることで、最悪トラック以外のトラックに訂正残りがあっても対応できるように構成することが好ましい。

【0070】

図5は、本実施の形態のテープストリーマドライブ1に好適な二次元直交符号の構成例を示した図である。

この図5に誤り訂正符号は、C1系列の符号(256, 240, 17)と、C1系列の符号と直交するC2系列の符号(256, 192, 65)とから構成される。この場合、C1系列の符号がトラック内符号、C2系列の符号がトラック間符号とされる。この場合のトータルの冗長度は29.7%となる。

【0071】

なお、各符号C1, C2におけるカッコ内の数字は、最初の数字が符号長(符号のシンボル数)、次がデータ長(データのシンボル数)、最後が符号間の最小距離を示している。また、「符号間の最小距離-1」パリティ長(パリティのシンボル数)となる。

【0072】

そして、このような構成の誤り訂正符号においては、例えば、図示するように、C1系列のうち、C1(0)～C1(63)の符号を記録ヘッド11Aにより記録し、C1(64)～C1(127)の符号を記録ヘッド11Bにより記録し、C1(128)～C1(191)の符号を記録ヘッド11Cにより記録し、C1(192)～C1(255)の符号を記録ヘッド11Dにより記録する。これにより、C1系列がトラック内符号として記録され、C2系列を4つのトラックにまたがって記録されることになる。

【0073】

そして、上記のような二次元直交符号を再生する場合には、上記図1に示した誤り訂正回路9においてトラック内符号であるC1系列の誤り訂正を行うようとする。

この場合、誤り訂正回路9におけるC1系列符号に対する訂正是、例えば4語誤りの場合までの訂正にとどめ、それ以上は誤訂正の危険を避けるため訂正せず

に、その符号（256シンボル）の全てが疑わしいとするだけにする。そして、その情報に基づいて誤り訂正回路9においてC2系列符号についての誤り訂正を施すことになる。

【0074】

ここで、例えば、誤り訂正回路9において、最悪トラックのデータについては全て疑わしいとされ、残りのトラックのエラーは全て訂正されたとすると、C2系列の各符号内では、256バイトのうち、ちょうど1/4の64バイトが疑わしい語となり、誤り訂正回路9では消失訂正を行うことが可能になる。つまり、本実施の形態のテープストリーマドライブ1によれば、記録ヘッドを4つに増やして記録を行ったときに、1つのチャネルがデータが全滅に近い最悪トラックの場合でも、データを復元することが可能になる。

【0075】

なお、本実施の形態では、図5に示すように、記録ヘッド11AでC1系列のC1(0)～C1(63)の符号を記録し、記録ヘッド11BでC1(64)～C1(127)の符号を記録し、記録ヘッド11CでC1(128)～C1(191)の符号を記録し、記録ヘッド11DでC1(192)～C1(255)の符号を記録する場合を例に挙げて説明したが、これはあくまでも一例である。

例えば、1つのC1系列の符号は、必ずしも1つのトラック内に記録する必要はなく、例えば、図6に示すように、同一の記録ヘッド11Aにより形成される複数のトラックT_kA, T_kA…にまたがって記録することも可能である。

【0076】

また、例えば、C1系列のうち、C1(0)符号については記録ヘッド11Aで記録し、C1(1)符号については記録ヘッド11Bで記録し、C1(2)符号は記録ヘッド11Cで記録し、C1(3)符号は記録ヘッド11Dで記録し、C1(4)以下の符号については、上記したような記録ヘッド11A～11Dの順番で記録を行っていくことも可能である。

【0077】

従って、このようにテープストリーマドライブ1を構成すれば、本発明としてのヘリカルスキャン方式における記録方法も実現することができる。

即ち、符号生成回路6において、C1データ列に付加するC1パリティを生成し、生成したC1パリティをC1データ列に付加してC1系列符号を生成すると共に、C2データ列に付加するC2パリティを生成し、生成したC2パリティをC1データ列に付加してC2系列符号を生成する処理を行うようとする。このとき、C2パリティのC2系列符号に対する割合が1/N以上（Nは記録ヘッドの数）となるようにC2パリティを生成するようにされる。

【0078】

そして、記録制御回路7により、符号生成回路6からのC1及びC2系列符号のうち、1のC1系列符号については、4個の記録ヘッド11A～11Dのうち、何れか1つの記録ヘッドにより磁気テープに記録が行われ、1の第2系列符号については4個の記録ヘッド11A～11Dにより分散して記録が行われるように、データの出力順序の制御を行うようされる。そして、この出力順序を制御したシリアルデータ列により記録ヘッド11A～11Dを駆動するようにして記録制御が行われるようすれば良い。

【0079】

なお、本実施の形態においては、4つの記録ヘッド11A～11Dを用いて、回転ヘッドドラム20が1回転につき、4つの記録ヘッド11A～11Dを用いて4チャネル記録を行い、これら4個の記録ヘッド11A～11Dにより形成されるトラックTkA～TkDに分散して、C2系列の符号を記録するようしている。このため、C2系列の冗長度を25%以上（1/4）とするものとしたが、これはあくまでも一例であり、例えば複数個Nの記録ヘッドを用いてNチャネル記録を行うシステムであれば適用可能である。例えば、5個の記録ヘッドを用いて、5チャネル記録を行うシステムであれば、C2系列の冗長度は（1/5）、つまり20%以上にすれば、1つのチャネルがデータが全滅に近い最悪トラックが発生した場合でも、データを復元することが可能になる。

【0080】

のことからもわかるように、本発明によれば、テープストリーマドライブ1に使用する記録ヘッドの数（N）に応じてC2系列符号の冗長度を1/Nとすれば良いことから、記録ヘッドの数が多くなるほど、C2符号系列の冗長度

を小さくすることができるという利点がある。

もちろん、記録ヘッドNが2～3個の場合でも、C2系列の符号の冗長度を1/Nとすれば最悪トラックが発生した場合でも、データを復元することが可能であることは言うまでもない。

【0081】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、回転ドラムに設けられているN個の記録ヘッドを用いて、テープ状記録媒体にデータの記録を行う際には、誤り訂正符号として直交する2つの系列符号を作成すると共に、これらの系列符号の内、N個の記録ヘッドにより形成されるN本のトラックにまたがって記録する第2系列符号の冗長度を1/N以上とすることで、Nトラックに1トラックの割合で、1トラック分のデータが全滅するような不具合が生じた場合でも、ほぼ全ての誤りを訂正することが可能になる。

これにより、N個のヘッドによるドラム1回転当たりNチャネル記録／再生の系で、ある1つのチャネルのデータが常に全く再生できない、即ちS/N比が悪くデータが判定できないときでも、他のチャネルのデータから記録データを再現することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の形態としてのテープストリーマードライブの構成を示したブロック図である。

【図2】

回転ヘッドドラムに対する記録ヘッド、再生ヘッドの取り付け位置の一例を示した図である。

【図3】

誤り訂正符号の概念を説明するための図である。

【図4】

二次元直交符号の概念を説明するための図である。

【図5】

本実施の形態のテープストリーマドライブに好適な誤り訂正符号の構成例を示した図である。

【図6】

C1系列符号を複数のトラックにまたがって記録する場合の様子を模式的に示した図である。

【図7】

従来のヘリカルスキャンによる再生方式の説明図である。

【図8】

アジマス記録方式についての説明図である。

【図9】

アジマス記録方式に対応した再生動作の説明図である。

【図10】

トラッキングサーボ方式についての説明図である。

【図11】

ノントラッキング方式についての説明図である。

【図12】

磁気テープ上のトラックを、再生ヘッドにより標準ピッチでスキャンしたときの様子を示した図である。

【図13】

磁気テープ上のトラックを、取り付け誤差の生じた再生ヘッドによりスキャンしたときの様子を示した図である。

【図14】

磁気テープ上の記録パターンにずれが生じた場合として、1アジマスにつき1つの記録ヘッドにより記録が行われた場合の説明図である。

【図15】

磁気テープ上の記録パターンにずれが生じた場合として、1アジマスにつき2つの記録ヘッドにより記録が行われた場合の説明図である。

【図16】

磁気テープ上の記録パターンにずれが生じ、且つ、再生ヘッドに取り付け誤差

場合の説明図である。

【図17】

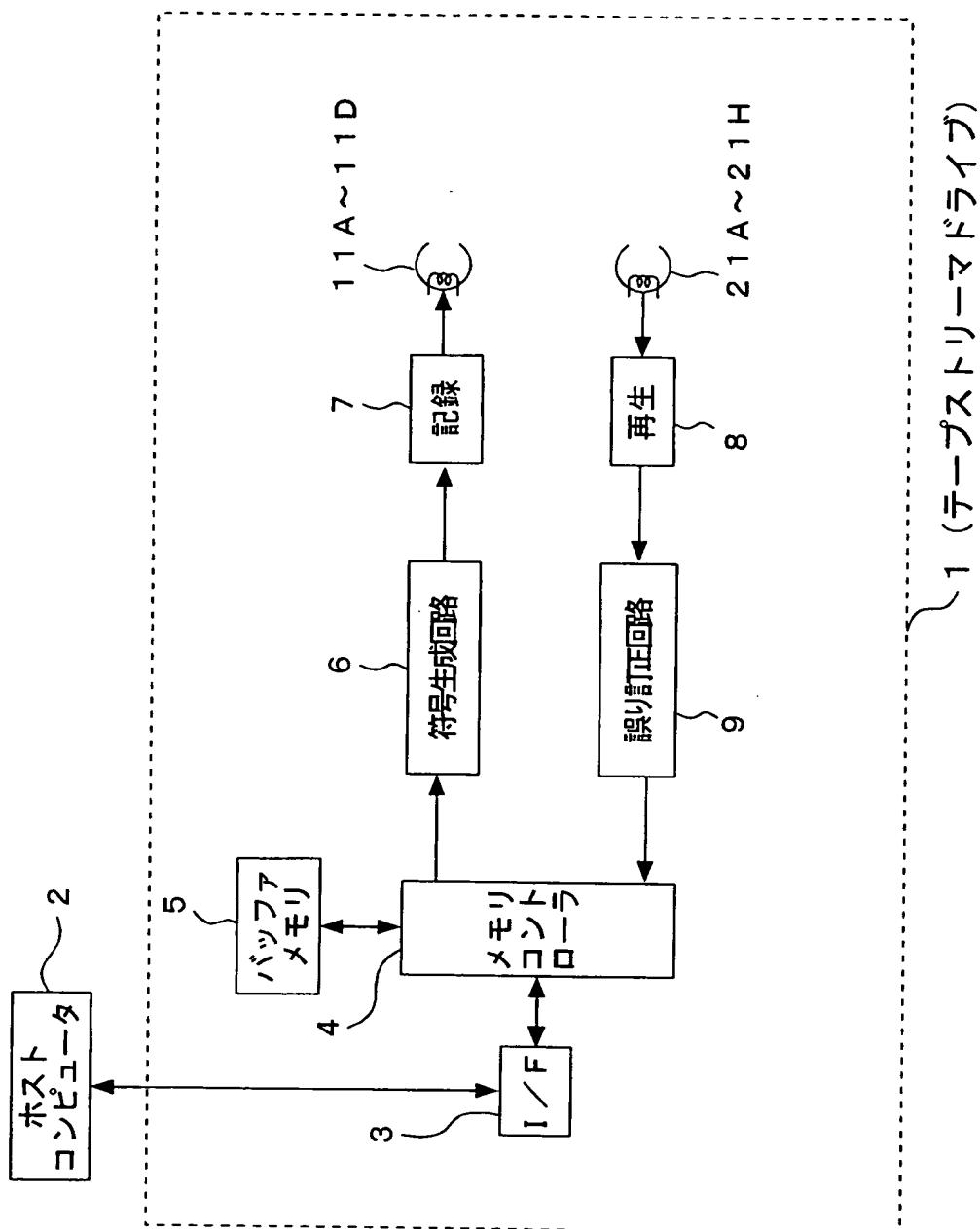
磁気テープ上の記録パターンにずれが生じ、且つ再生ヘッドに取り付け誤差が生じた場合として、1アジマスにつき2つの記録ヘッドにより記録が行われた場合の説明図である。

【符号の説明】

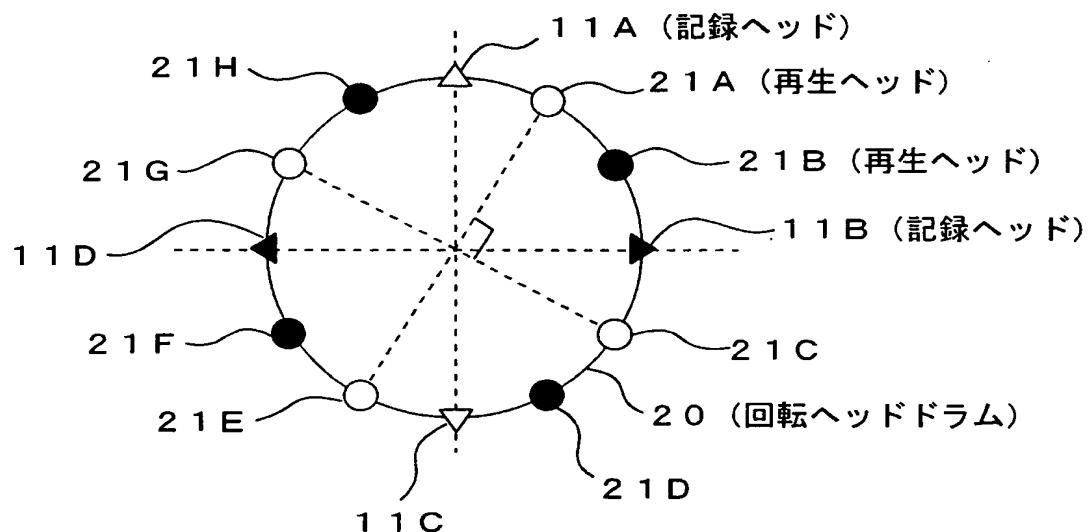
1 テープストリーマードライブ、2 ホストコンピュータ、3 インターフェース、4 メモリコントローラ、5 バッファメモリ、6 符号生成回路、7 記録制御回路、8 再生制御回路、9 誤り訂正回路、11 A～11D 記録ヘッド、20 回転ヘッドドラム、21A～21H 再生ヘッド

【書類名】図面

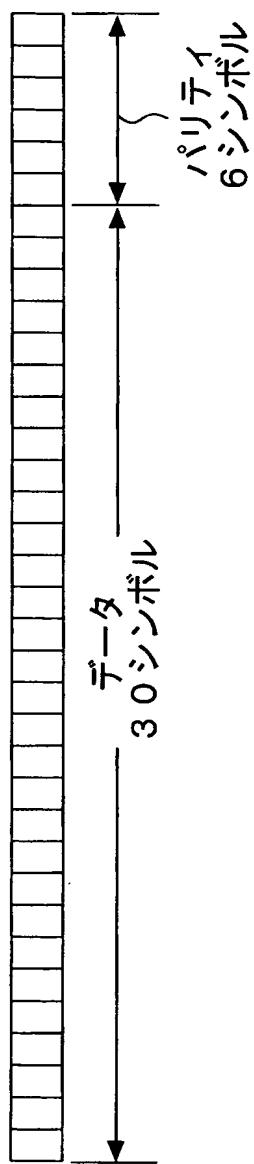
【図1】



【図2】



【図 3】

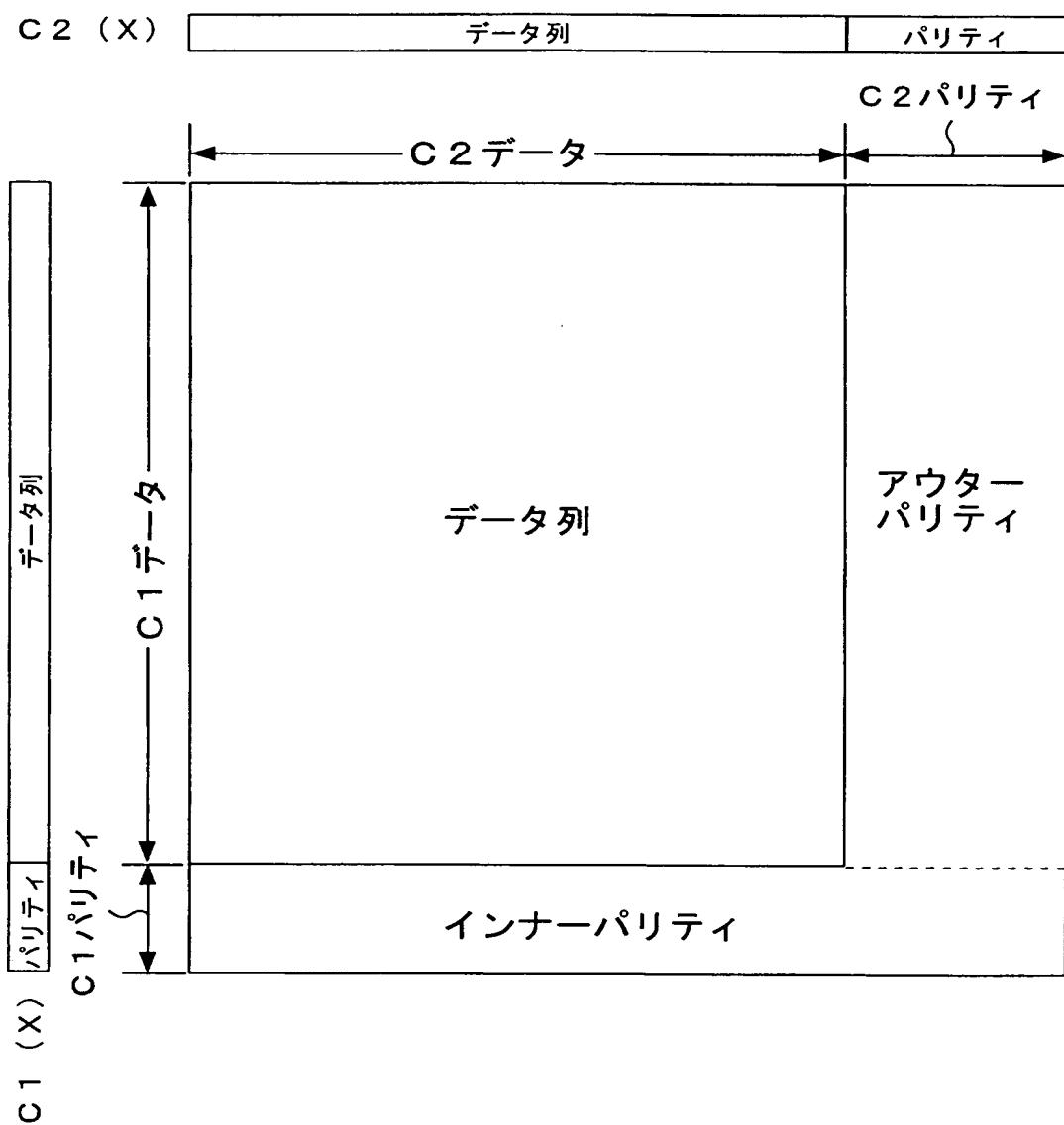


符号 (36, 30, 7)

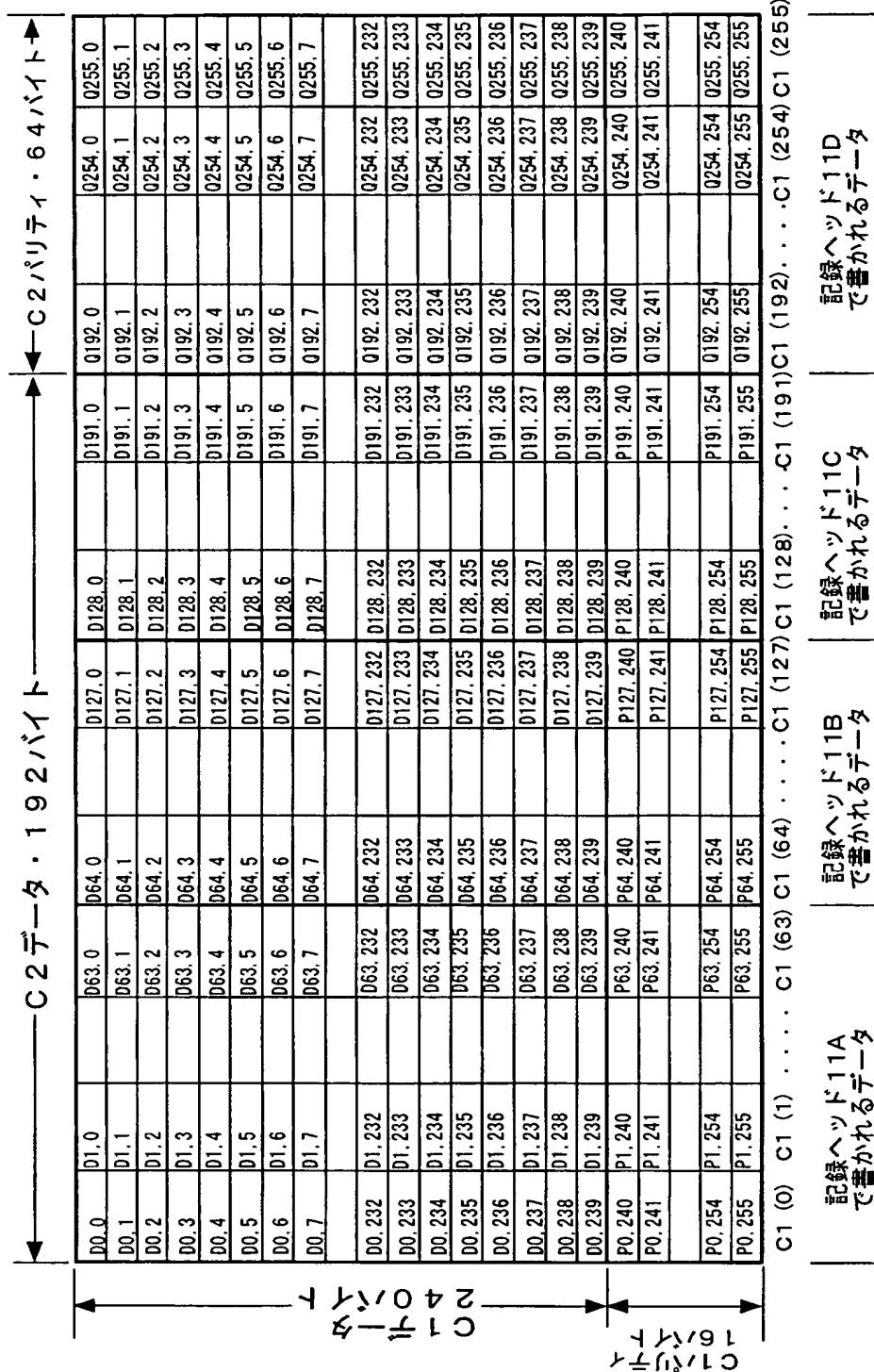
36 : 符号のシンボル数
30 : データのシンボル数
7 : 符号間の最小距離

符号の構成例

【図 4】



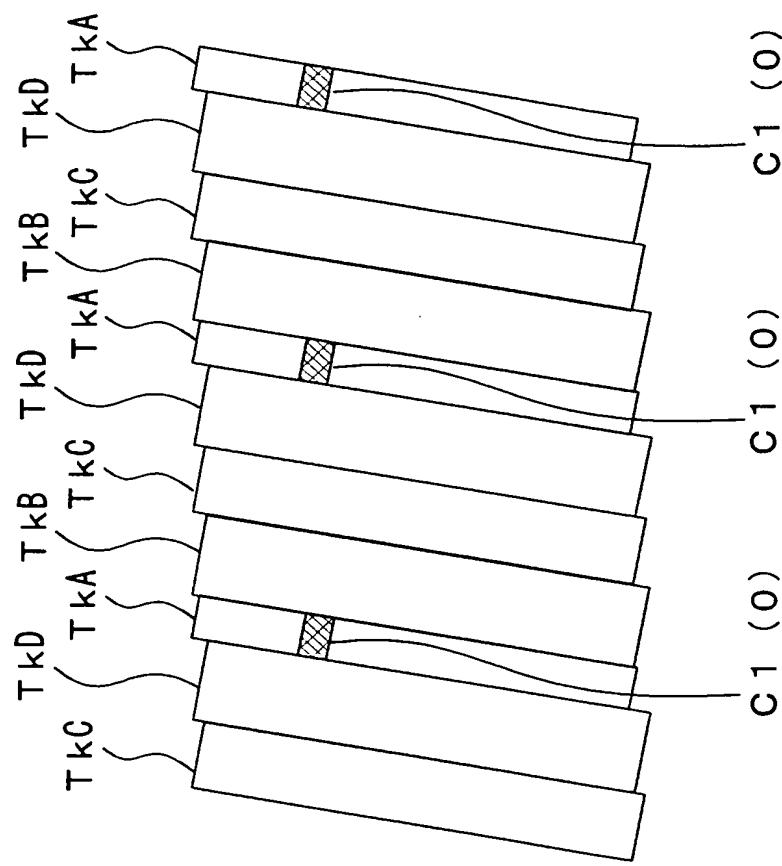
【図5】



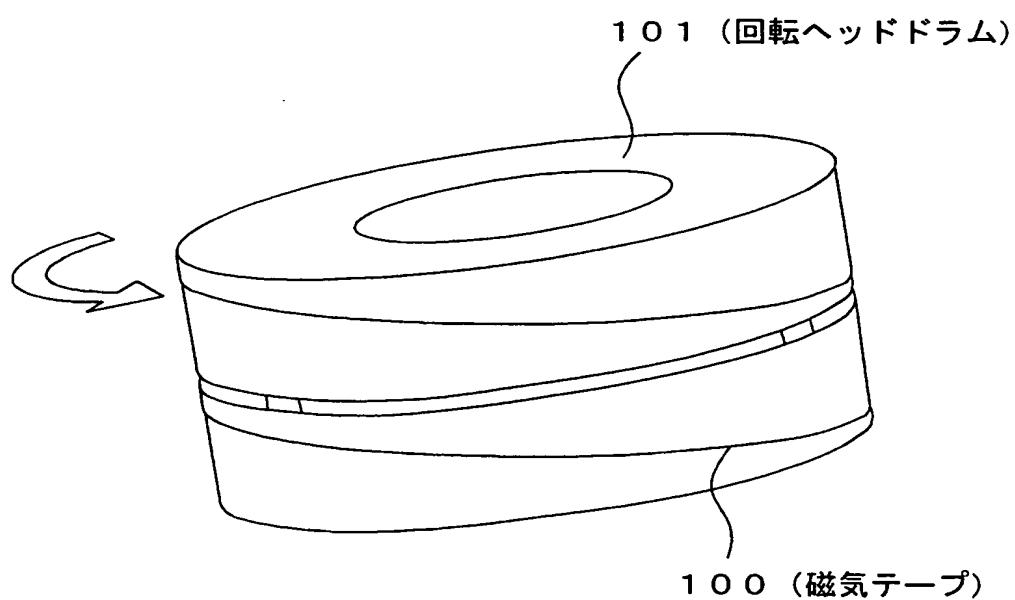
C1 (256, 240, 17) × C2 (256, 192, 65) の二次元直交符号

総語数：65536 (256×256)、データ語数：46080 (240×192)、冗長度：29. 7%

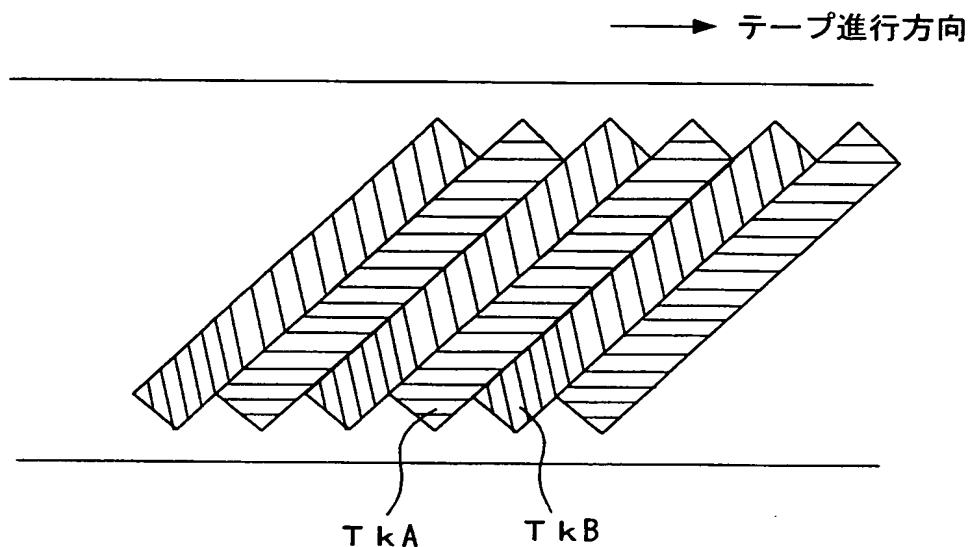
【図 6】



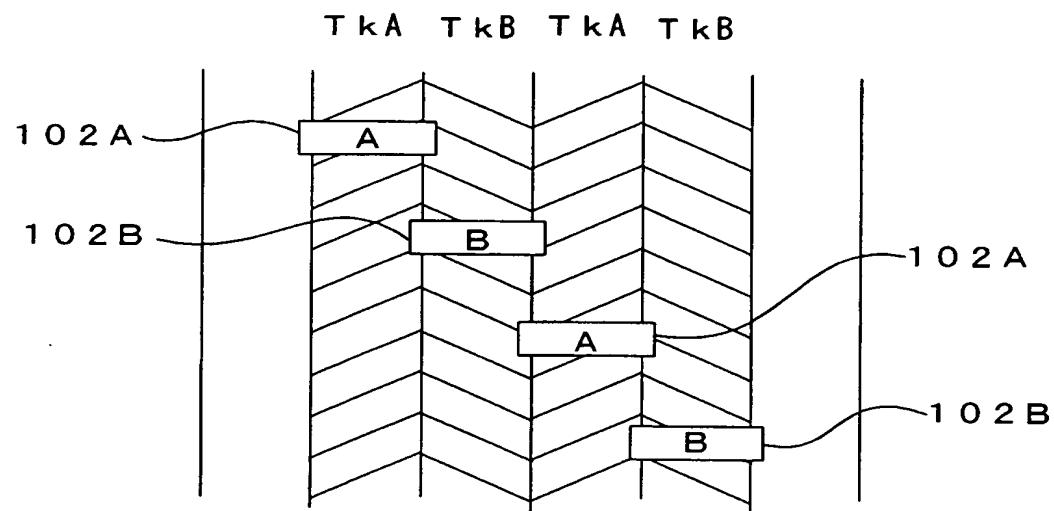
【図 7】



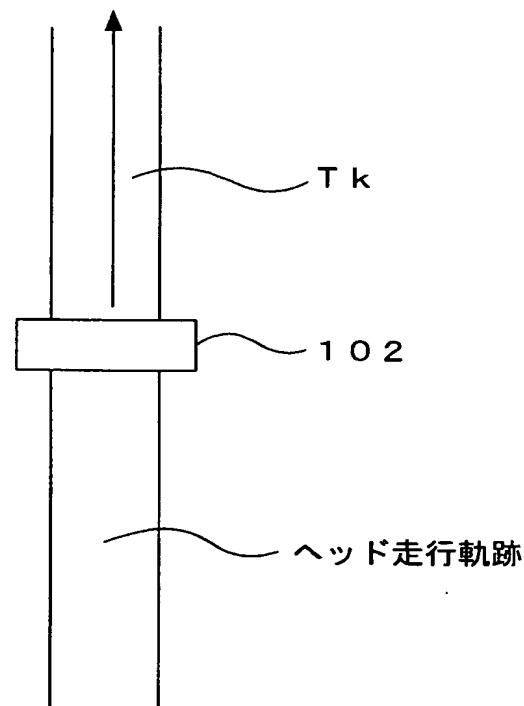
【図8】



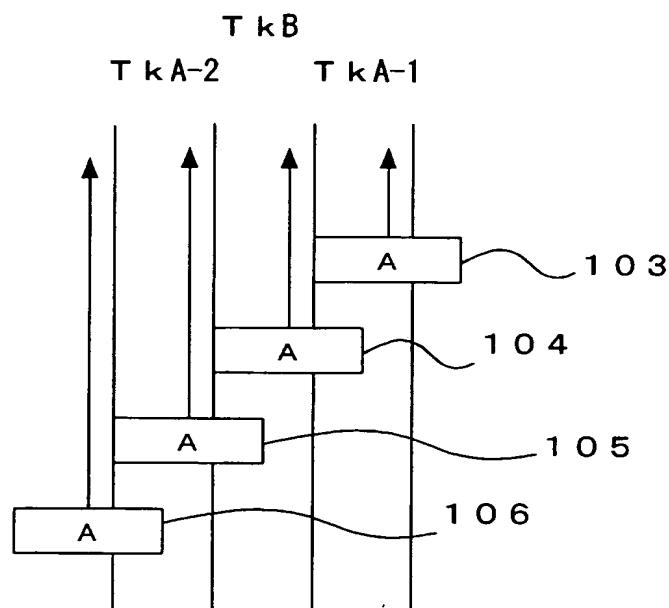
【図9】



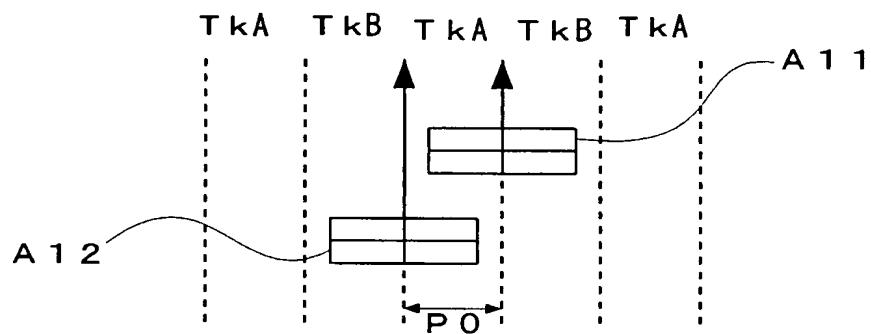
【図10】



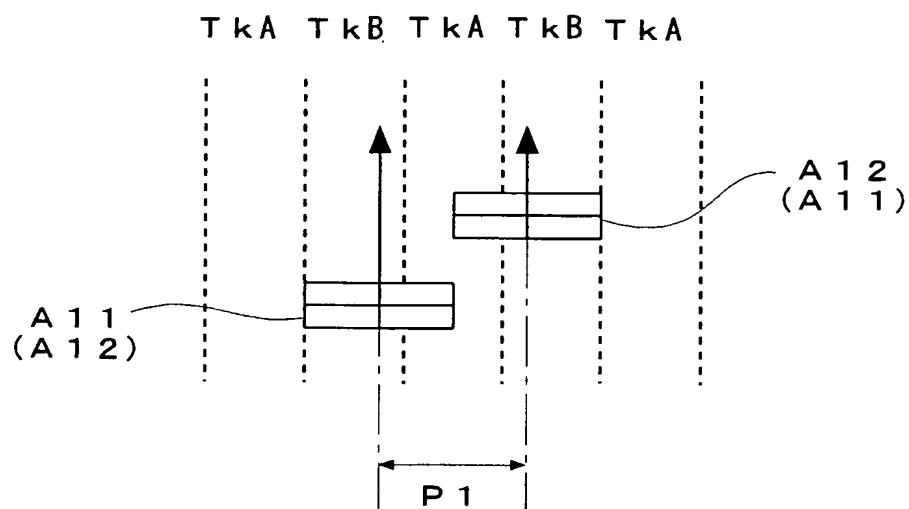
【図11】



【図12】

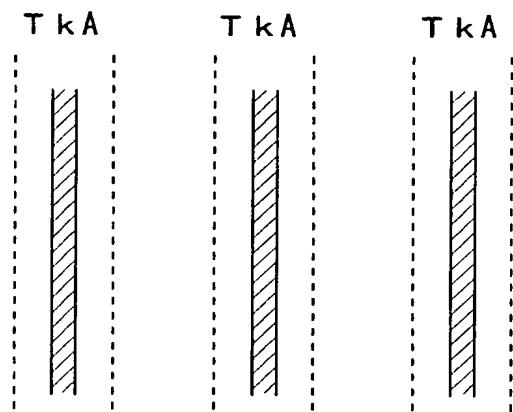


【図13】



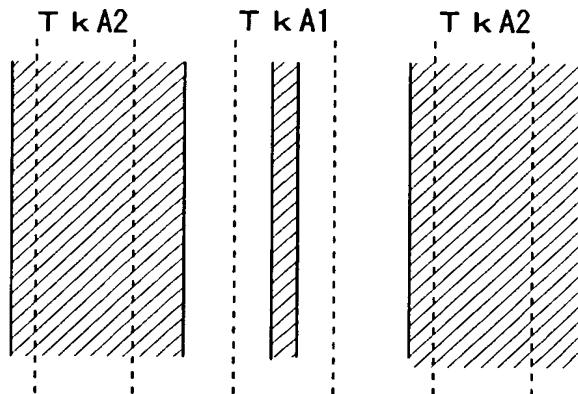
誤差が生じた場合

【図14】



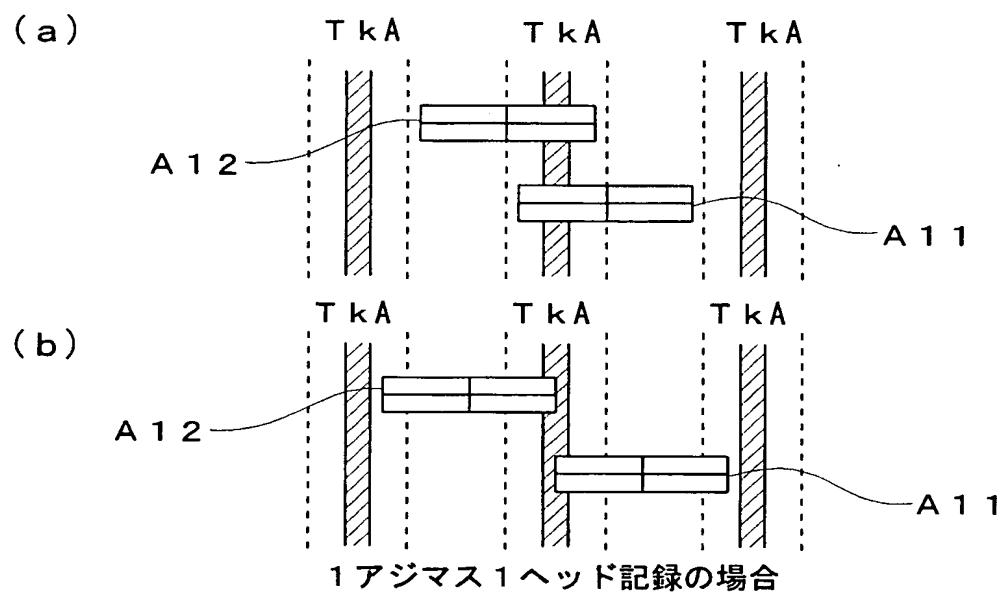
1 アジマスにつき 1 つの記録ヘッドにより記録が行われた場合

【図15】

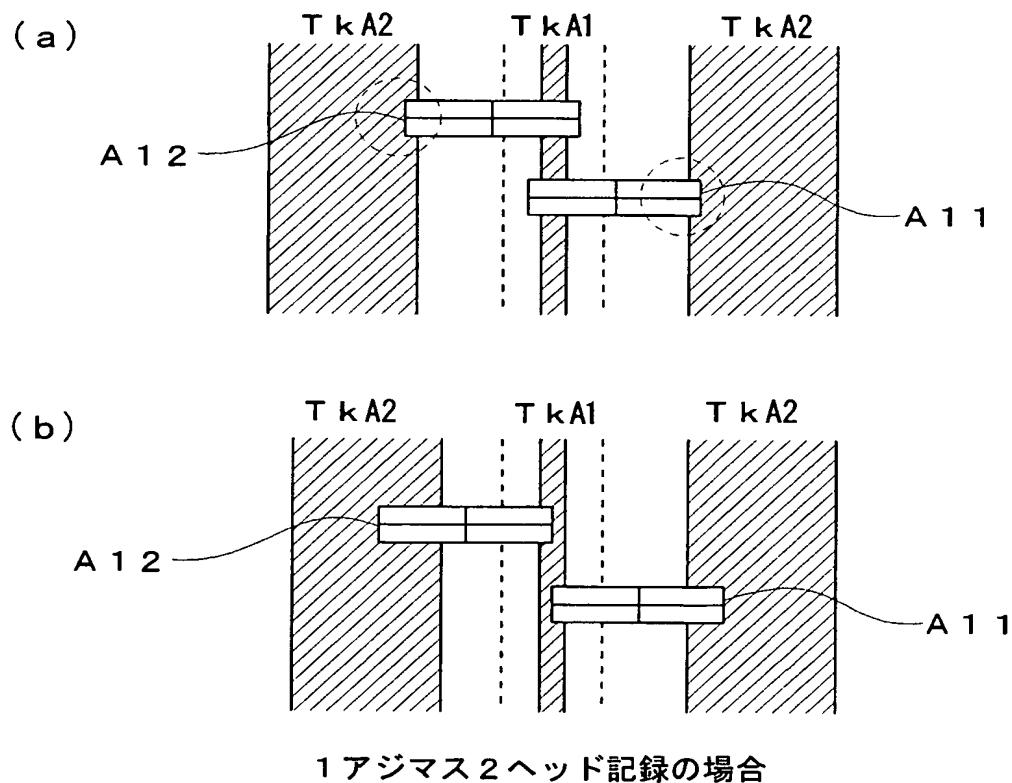


1 アジマスにつき 2 つの記録ヘッドにより記録が行われた場合

【図16】



【図17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 Nチャネルに1チャネルの割合でエラーレートが高いチャネルが生じた場合でも誤り訂正が可能な記録装置を提供すること。

【解決手段】 例えば、回転ドラムに設けられている4個の記録ヘッドを用いて、テープ状記録媒体にデータの記録を行う際には、直交する第1及び第2の系列符号の内、4個の記録ヘッドにより、1周期あたりに形成される4本のトラックにまたがって記録される第2系列符号（C2符号）の冗長度を1/4以上にすることで、4トラックに1トラックの割合で、1トラック分のデータが全滅するような不具合が生じた場合でも、ほぼ全ての誤りを訂正することが可能になる。

【選択図】 図5

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-006282
受付番号	50300047337
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成15年 1月17日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000002185
【住所又は居所】	東京都品川区北品川6丁目7番35号
【氏名又は名称】	ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】	100086841
【住所又は居所】	東京都中央区新川1丁目27番8号 新川大原ビル6階
【氏名又は名称】	脇 篤夫

【代理人】

【識別番号】	100114122
【住所又は居所】	東京都中央区新川1丁目27番8号 新川大原ビル6階 脇特許事務所
【氏名又は名称】	鈴木 伸夫

次頁無

特願2003-006282

出願人履歴情報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名 ソニー株式会社